

# 空間融合システムにおける自動案内機能

畠中 健志<sup>†</sup> 菰口 将孝<sup>††</sup> 劉 渤江<sup>†††</sup> 横田 一正<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 岡山県立大学大学院 情報系工学通信研究科

〒 719-1197 岡山県総社市窪木 111

<sup>††</sup> 岡山県立大学 情報工学部 情報通信工学科

〒 719-1197 岡山県総社市窪木 111

<sup>†††</sup> 岡山理科大学 総合情報学科

〒 700-0005 岡山県岡山市北区理大町 1-1

E-mail: †{hatanaka,komoguchi,yokota}@c.oka-pu.ac.jp, ††liu@mis.ous.ac.jp

あらまし 空間融合システムは複数空間を融合することにより新たな応用開発を目指している。本稿では現実空間とパノラマ画像を利用した仮想空間に焦点を絞り、2つの空間内でのウォークスルーの同期を取ることで、実空間上の歩行者に対するバスガイドのような自動案内機能を論じる。

キーワード 空間融合, 自動案内, パノラマ画像, 仮想空間, ウォークスルー

## Function of Automatic Guidance in Space Harmonizer System

Kenji HATANAKA<sup>†</sup>, Masataka KOMOGUCHI<sup>††</sup>, Bojiang LIU<sup>†††</sup>, and Kazumasa YOKOTA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Okayama Prefectural University, Graduate School of System Engineering

Kuboki 111, Soja, Okayama, 719-1197

<sup>††</sup> Okayama Prefectural University, Faculty of Computer Science and System Engineering

Kuboki 111, Soja, Okayama, 719-1197

<sup>†††</sup> Okayama University of Science, Faculty of Informatics

Ridai-cho 1-1, Kita-ku, Okayama, 700-0005 Japan

E-mail: †{hatanaka,komoguchi,yokota}@c.oka-pu.ac.jp, ††liu@mis.ous.ac.jp

**Abstract** Space Harmonizer System drive for new application and development from fusing plural spaces. In this paper, it squeeze the focus real spaces and virtual spaces that used panorama images. We discuss function of automatic guidance like the bus guide for walker on real spaces by synchronizing the walk through in real and virtual spaces.

**Key words** Mingling a Real and Virtual Spaces, automatic guidance, panorama image, Virtual Spaces, walk through

### 1. はじめに

近年、情報技術の発展により様々な方法で仮想空間が構築され、様々な空間が多く存在する。しかし、それぞれの空間は独立しており、複数の空間とつながりを持っていない。また、一つの空間で表現できる情報は限界がある。

そこで、我々は複数の空間を融合することで、一つの空間では表現できない情報を表現できるようにすることを目指している。我々は、複数の空間のある情報をもとに対応付け、様々な情報の表現を行うことを空間融合と呼んでいる。

以前、空間融合型の歩行者支援モデル [1] で、歩行者支援の

観点から現実空間と仮想空間の融合について述べた。空間融合型の歩行者支援では、位置情報をもとに現実空間と仮想空間の対応付け、歩行者支援を行う。対応付けを行うために空間融合モデル、歩行者支援を行うためにスポットモデルを定義した。空間融合モデルでは複数の空間の融合、スポットモデルでは歩行者支援の対象となる空間と位置を定義している。スポットモデルにより、歩行者の位置を特定できるようになり、歩行者の位置に応じた情報の提供をできるようになった。

歩行者支援の1つに案内がある。近年では、多くのナビゲーションが存在し、身近なものになっている。しかし、そのほとんどが経路案内であり、観光地やショッピングモールなどで歩

行者に対して情報の提示が欲しい場合には対応していない。

本稿は、経路案内を行いながら歩行者に情報提示をするパスガイドのような空間融合システムにおける自動案内について論じる。本稿の自動案内は、目的地までの経路案内と経路中にある遊覧資産やお店などの説明・情報の提示をパノラマ画像を利用した仮想空間を用いて行う。歩行者のウォークスルーと仮想空間のウォークスルーの同期をとることにより、現実空間と仮想空間を対応付ける。

## 2. 歩行者と仮想空間の対応付け

本稿で扱う空間は、歩行者に対応した現実空間とパノラマ画像を利用した仮想空間である。パノラマ画像を利用した仮想空間は、我々が研究・開発を行っているパノラマ仮想空間 PasQ [2](以下 PasQ と呼ぶ) を用いる。

本章では、歩行者と PasQ により構築された仮想空間との対応付けの方法について論じる。

### 2.1 空間融合システム

空間融合システムとは、複数の空間を対応付けることにより複数の空間を融合し、歩行者支援を行うシステムである。

空間融合モデルでは、歩行者を支援するために、スポットモデルを定義している [1]。スポットモデルでは、歩行者支援の対象となる空間をスポットとしている。スポット内には位置方位点のような歩行者の位置・方位を特定する場所やスポット内の情報や歩行者支援に必要な情報を保持しているエントランスが存在する。図 1 にスポットモデルの例を示す。図 1 のように複数の位置方位点は離散的にあり、エントランスは少なくとも 1 つは配置する。

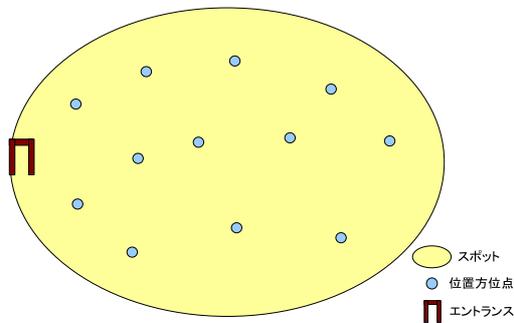


図 1 スポットモデルの例

### 2.2 PasQ

PasQ とは、全方位パノラマ画像を用いて仮想空間を構築・提示するシステムである。PasQ では、1 枚のパノラマ画像を 1 つの小規模な空間としており、複数のパノラマ画像を集めることで大規模な空間を構築している。それぞれのパノラマ画像には位置・方位情報を付加しており、現実空間と対応付けることができる。パノラマ画像の位置・方位情報を基にして、パノラマ画像間の距離と方位を算出して、適切に切替えるパノラマ画像を求めている。本稿では、このことを近傍情報と定義している。近傍情報は、現在表示しているパノラマ画像を中心とし、

360 度についてどの方向に向かえば、どのパノラマ画像に切替えるという情報である。図 2 に PasQ のインタフェース、図 3 に近傍情報の例を示す。



図 2 PasQ

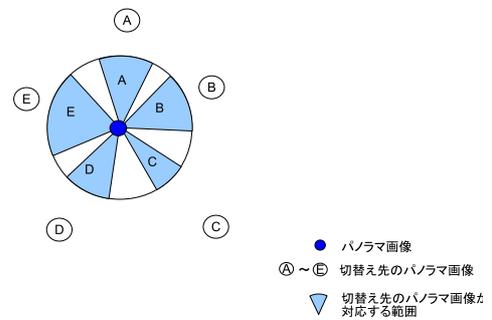


図 3 パノラマ画像間の関係の例

PasQ による仮想空間のウォークスルーは、パノラマ画像をズームングし、閾値を超えたら、見ている方向に対応したパノラマ画像に切替えることによって表現している。

さらに、PasQ ではコンテンツを扱っており、提示ができる。PasQ で扱うコンテンツは画像・テキスト・音声などのマルチメディアコンテンツである。コンテンツには、位置情報と有効範囲を付加している。有効範囲とは、あるコンテンツが、パノラマ画像内にアノテーションが表示できるかどうか判定するための情報。

### 2.3 歩行者との同期

2.2 節で現実空間と PasQ による仮想空間は位置情報を基に対応付けができると述べた。しかし、自動案内を考えると、歩行者と PasQ による仮想空間を対応付を行わなければ、歩行者の位置と仮想空間内の位置との間にずれが生じ、案内の効果が期待できない。そのため、歩行者と PasQ による仮想空間との対応付けが必要になる。

本稿では、歩行者と PasQ による仮想空間を位置とウォークスルーを同期させることによって、歩行者と仮想空間の対応付けを行う。

### 2.3.1 位置による同期

PasQ では、パノラマ画像に位置情報を付加しているため、歩行者の位置を取得することができれば同期が取れる。

2.1 節で、空間融合システムには位置方位点などで位置・方位を取得できる場所が存在する。しかし、取得した位置が経路上に存在しないことが考えられる。

取得した位置・方位に適したパノラマ画像が、経路上にあればそこを PasQ による仮想空間の位置、なければ後に述べるリルートを行い修正する。修正後の位置から自動案内を再開させることで、歩行者との位置の同期を取る。

### 2.3.2 ウォークスルーによる同期

加速度センサを用いて歩行者の移動速度と PasQ における仮想空間のウォークスルーを対応付ける。

加速度センサを用いて、歩行者の加速度のパターン検出を行い、歩行者が一步歩いたことを感知できる。さらに、歩行者が数歩歩くことで、歩行者が一步歩く時間を計測し、計測した時間と歩行者の歩幅(身長×0.4)により歩行速度を求める。その歩行速度から対応したウォークスルーの速度を決定する。

## 3. 自動案内機能

初めて訪れた場所では、事前に訪れたい目的地を調べていたとしても、現在地から目的地の場所までどのような道を通って行けばいいかわからない場合がある。地図を用いたナビゲーションが存在しているが、地図を見るのが苦手な人や地図に表示されていない場所に行きたい人には有効ではない。さらに、観光地の場合には、風景などの地図上には表示されにくい場所も存在する。

また、ある場所についての歴史・文化などの説明や、開催されるイベントなどの情報があれば、その場所についてより興味や理解を深めたり、イベントがある時期に再び訪れようと思うかもしれない。そのような説明や情報を現地では得るには、看板やガイドブックなどを読んだり、スタッフに訪ねなければなりません。しかし、必ずしも看板があるとは限らず、ガイドブックも載っているとは限らない。さらに、大体の場合がスタッフは近くにいない。

このような問題は、現実空間に対応するパノラマ画像を用いた仮想空間を用いることで解決できる。パノラマ画像を用いているので、表示されている仮想空間と同じ道を移動することによって、地図が苦手な人にも案内ができる。

本章は、バスガイドのような自動案内の要件から必要な機能を述べ、その機能についての実現方法について論じる。

### 3.1 要件と機能

本稿は、バスガイドのような自動案内を目的としている。の要件だけではなく、案内としての要件も考えられる。

自動案内の要件は、以下のようなことが考えられる。

- 歩行者毎に目的地が異なるため、歩行者毎に経路の生成を行う
- 歩行者が途中で他の物や場所に興味を持ち、案内経路と異なる道に行くため、経路の修正を行う
- 歩行者が携帯端末を持ち歩きながら利用できるように、

歩行者の操作を行わないで目的地までの移動する

- 周りにある物や場所についての歩行者に教える
- 以上の要件を踏まえると、以下のような機能が必要になると考えられる。

- 経路の自動生成
- リルート
- 自動ウォークスルー
- 遊覧資産などの説明の提示
- 演出

### 3.2 経路生成

目的地までの経路案内を行うには、目的地までの経路が必要である。一般的に経路とは、現在地から目的地までの移動する際に通る道を目指す。経路を現在地から目的地までの単純な直線の道とすると、間に池や建物などの障害物が存在し歩行者が経路案内通りに移動ができない。本稿では、案内の対象者を歩行者と考えているので、歩行者が目的地まで歩ける経路を提供しなければならないので、障害物を迂回する必要がある。

また、歩行者によっては、目的地以外の場所にも立ち寄りたいたいと考えられる。その場合は、目的地以外の立ち寄りた場所を中継点として設定することで、その場所を経由して目的地に行くことができ、歩行者の意向にそった案内ができるようになる。

さらに、PasQ では構築した空間外に移動しようとする、パノラマ画像の切替が行われず、仮想空間内の移動ができて、そのため、PasQ で構築した空間内のみを移動する経路を生成する必要がある。

しかし、生成した経路が、全ての歩行者に有効とは限らない。足の不自由な歩行者に対しては、砂利道や階段などの場所では移動が困難である。そのため、同じ目的地でも歩行者によって案内する経路を変えなければならない。

また、PasQ では実際に歩行者が移動できない池の上や立ち入り禁止区域などのパノラマ画像が用意されている場合がある。そのため、実際に歩行者が移動できないパノラマ画像を含まないようにする必要がある。

本稿では、経路探索の手法としてダイクストラ法 [3] を用いる。ダイクストラ法とは、コストを持つグラフについて、2点間の最短経路を求めるのに有効な手法である。PasQ のパノラマ画像をノード、近傍情報をエッジ、パノラマ画像間の距離をコストとするグラフとすれば、経路生成を行うことができる。

また、パノラマ画像に移動できる場所かを判別する情報を付加する。付加する情報には、3種類の段階がある。段階1は全ての歩行者が移動ができるパノラマ画像、段階2は足が不自由な人が移動できないパノラマ画像、段階3が全ての歩行者が移動できないパノラマ画像と定義することで、経路として用いてよいかを判定する。

経路生成は手順は以下ようになる。

- (1) 歩行者に目的地、中継点を入力してもらう。
- (2) 経路探索を行う前に歩行者に適していないノードとそのノードに対応するエッジを除くグラフを作成する。
- (3) 中継点の有無によって異なる。

- (a) 中継点がない場合は、(2) で作成したグラフにダイクストラ法を用いて経路を求める。
- (b-1) 中継点がある場合は、まず開始点とある中継点間の経路探索を行う。(2) で作成したグラフからある中継点以外の中継点と目的地に対応するノードとそのノードに対応するエッジを削除し、ダイクストラ法を用いて求める。
- (b-2) 開始点と残りの中継点、中継点同士、中継点と目的地の間の経路を同じようにしてそれぞれ求める。
- (b-3) 開始点・中継点・目的地をノード、(b-1)・(b-2) で求めた最短経路をコストとするグラフを作成し、そのグラフに対して全通り探索(幅有線探索など)をし、開始点から目的地までのコストが最小となるものを経路とする。
- (b-3) において、全通り探索を行うのは中継点の個数が少ないと考えられるためである。

### 3.3 リルート

歩行者が経路案内中に案内経路とは異なる道を行くことが考えられる。そのとき、仮想空間上の経路と歩行者の経路が異なってしまう、案内として効果がない。そのため、リルートを行い、常に歩行者に対して案内を行う。

しかし、歩行者はすでに通った経路で提示された情報は知っている。そのため、歩行者が1度通った経路を除く必要がある。

けれども、歩行者が案内経路と異なる道に進んでからリルートが起こる位置までどのように移動したか確認しにくい。そこで、リルートが起こる前の位置の同期までは、生成した経路に沿って移動していると考えられるので、開始点からリルートが起こる前の位置の同期までの間の経路を除く。さらに、訪れていない中継点が残っている場合は残っている中継点を通る経路にする。

2.3.1 節よりリルートは、位置の同期時に歩行者が生成した経路と異なる位置の場合に行う。リルートの手順は以下のようになる。

- (1) 3.2 節の手順(2) で生成したグラフから開始点の変更と訪れた中継点の設定を解除する。
- (2) (1) のグラフから前の開始点からリルートを行う前の位置の同期に対応するノードまでエッジを除く。
- (3) 3.2 節の手順(3) と同じ手順で行う。

### 3.4 自動ウォークスルー

生成した経路に沿って、自動的にウォークスルーを行うことで経路案内ができる。本稿での自動ウォークスルーは、PasQ による仮想空間のウォークスルーと向きの変更を自動で行うことである。

#### PasQ による仮想空間のウォークスルー

2.2 節より、パノラマ画像のズームングを歩行者の操作をしないで行うことによりウォークスルーを自動化することができる。2.3.2 節より、歩行者が歩いている間パノラマ画像のズームングを行う。また、歩行者の歩行速度により、次のパノラマ画像に切替えるまでの時間が求められるので、その時間からどのくらいズームングを行うか決定できる。

### 向きの変更

わずかな向きの変更の場合は、瞬時に変更してもあまり違和感を感じない。しかし、大幅な向きの変更の場合では、瞬時に変更すると急激に変更するので、違和感が生じる。そのため、大幅な向きの変更が起こる場合は、徐々に向きを変更することにより、違和感が軽減できると考えられる。

以下の手順で向きの変更を行う。

- (1) パノラマ画像の切替時に、生成した経路を基に現在の表示しているパノラマ画像から次に移動するパノラマ画像を調べる。
- (2) パノラマ画像間の方位を求めて、現在向いている方向との角度差を計算する。
- (3) 計算した角度差が閾値を超えていれば、徐々に方向を変更していく。

### 3.5 遊覧資産の説明の提示

歩行者に対して、遊覧施設の説明を行うことで、その遊覧施設に対して、より理解することができる。また、イベントなどの新しい情報を得ることで再び訪れたいと思わせることもできる。そのため、目的地や案内経路中の遊覧資産の説明を行うことが必要になる。

マルチメディアコンテンツとして遊覧資産の説明を提示することにより、PasQ で扱うことができる。したがって、遊覧資産の説明としては、音声・画像・説明文を用いた説明が考えられる。

遊覧資産を見ている時は、歩行者が立ち止まっている場合が多いので、提示中には、自動ウォークスルーは行わないようにする。

### 3.6 演出

観光案内において、歩行者がある遊覧資産に近づいた時に、その遊覧資産について説明を提示させなければ、あまり有効ではない。

また、歩行者の位置によっては、複数の遊覧資産が見える場合がある。

さらに、歩行者の進行方向には見えなく、右または左に遊覧資産が存在する場合がある。その時には、歩行者に右または左に遊覧資産があることを教える必要がある。

これらより、以下のことを考えなければならない。

- 遊覧資産の説明の提示タイミング
- 提示させる遊覧資産の選択
- 歩行者に遊覧資産の方向を教える
- パノラマ画像の向きを遊覧資産の方向に向ける

PasQ では、コンテンツに位置情報を付加しているので、パノラマ画像の向きを遊覧資産の方向に向けることはできる。しかし、自動ウォークスルーでも、パノラマ画像の向きを変更するので、提示を行ってから自動ウォークスルーを行うことを考えている。

#### 3.6.1 コンテンツの有効範囲利用した演出

PasQ で扱うコンテンツは、コンテンツの有効範囲を持っているので、パノラマ画像がコンテンツの有効範囲に入った場合に提示を行う方法が考えられる。しかし、パノラマ画像によ

では、複数のコンテンツの有効範囲が重なる場合があり、歩行者に対して、どの遊覧資産についての説明を提示させるかが判断できない。図4に複数のコンテンツの有効範囲が重なる例を示す。

パノラマ画像とコンテンツに付加している位置情報を用いて、現在表示しているパノラマ画像とコンテンツ間の距離を計算し、最も近いもののコンテンツを提示させることを考える。しかし、自動案内中に1度でもコンテンツが提示されていたら、再び同じコンテンツを見るのは、歩行者に対して煩わしい。そのため、自動案内中に提示されたことがなく、最も近いコンテンツを提示させるべきである。

そこで、コンテンツに提示したかどうかを判別する情報を付加させる。その情報を参照することによって、コンテンツを提示できるかを判定する。図5に提示させるコンテンツの選択例を示す。

図5の(a)は、緑で記したパノラマ画像に移動したとき、両方のコンテンツが候補となり、最も近いコンテンツが選択される(b)は、緑で記したパノラマ画像に移動する前に、赤で記したコンテンツは、1度提示されている。そのため、緑で記したパノラマ画像に移動すると、最も近いコンテンツではなく、まだ提示されていないコンテンツが選択される。

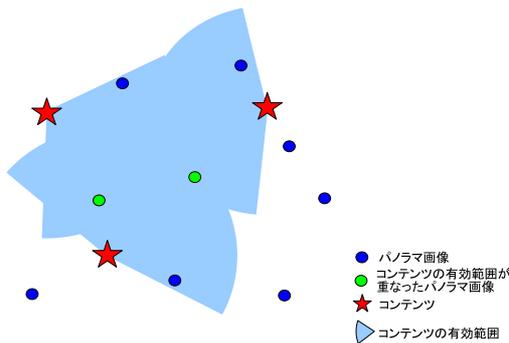


図4 複数のコンテンツの有効範囲が重なる例

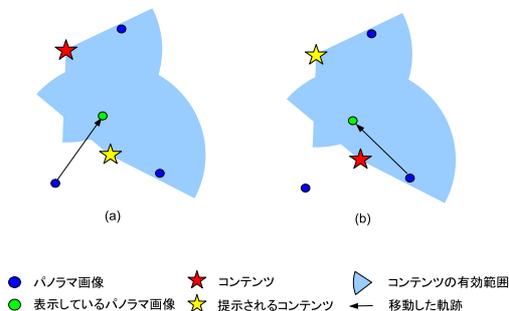


図5 提示させるコンテンツの選択例

### 3.6.2 音声を利用した演出

コンテンツの有効範囲を利用した演出により、提示のタイミングと選択ができるようになった。しかし、歩行者に遊覧資産がある方向を教えることはできていない。そこで、音声をを用いて歩行者に、遊覧資産がどの向きにあるかを教える。

歩行者のある位置で遊覧資産ごとに見える方向が異なっている。また、同じ遊覧資産でも歩行者の位置と向きによって、歩行者に教える方向は変わってくる。そのため、歩行者の位置と向きに応じて、向く方向を教える必要がある。

したがって、パノラマ画像とコンテンツに付加している位置情報から、現在のパノラマ画像が向いている方向からどのくらい変化させるかを算出し、算出した変化量によって、歩行者に度の向きに向くかを教える。方向音痴の人もいることを考えると、教える向きは前・後ろ・右・右斜め前・右斜め後ろ・左・左斜め前・左斜め後ろの8種類が望ましいと思われる。

教える向きは8種類なので、各向きの変化量の範囲は45度ずつとなる。パノラマ画像の向いている方向を0度とし、0~360度の範囲で考えると、各向きの変化量の範囲は表1のような範囲になる。

流す音声としては「右を向いて下さい。」のような「を向いて下さい。」を考えており、変化量に応じて流す音声を決定する。

表1 向きと変化量の範囲

向き	変化量の範囲
前	0 x < 22.5, 337.5 x < 360.0
右斜め前	22.5 x < 67.5
右	67.5 x < 112.5
右斜め後ろ	112.5 x < 157.5
後ろ	157.5 x < 202.5
左斜め後ろ	202.5 x < 247.5
左	247.5 x < 292.5
左斜め後ろ	292.5 x < 337.5

## 4. 結論と今後の課題

本稿では、バスガイドのような空間融合システムにおける自動案内機能を提案した。パノラマ画像を利用した仮想空間上で案内を行うことにより、地図が読むのが苦手な人にも有効に案内を行うことができ、現実空間と仮想空間のウォークスルーを対応付ることにより実現できる。

今後、加速度センサによる同期の検証を行い、歩行者との同期を行うことができるか確認する必要がある。さらに、システムの開発を行い、実際に利用してもらい案内として利用できるかを評価する。また、本章でのコンテンツの提示は仮想空間上の位置を考慮した提示方法なので、歩行者の向きや歩行者に適したコンテンツの提示を考える。そして、仮想空間でしか行えないような案内を考える必要がある。

## 謝 辞

本研究の一部は科学研究費補助金基盤研究C(#20500099)

によるものである。

#### 文 献

- [1] 松村, 濱野, 佐藤, 岡本, 劉, 横田: "空間融合型の歩行者支援モデル", 第1回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2009), 2009
- [2] 池田, 國島, 横田: "パノラマ画像を用いた仮想空間構築", 日本データベース学会 Letters, 5, 1, pp. 97-100, 2006
- [3] Dijkstra, E. W.: "A note on two problems in connexion with graphs", Numerische Mathematik, Vol. 1(1959), pp. 269-271.